



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 30 415 A 1**

⑤① Int. Cl.7:  
**B 06 B 1/06**  
B 25 D 11/00  
E 02 D 1/04

②① Aktenzeichen: 198 30 415.3  
②② Anmeldetag: 8. 7. 1998  
③④ Offenlegungstag: 20. 1. 2000

DE 198 30 415 A 1

⑦① Anmelder:  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
53175 Bonn, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner, 50667  
Köln

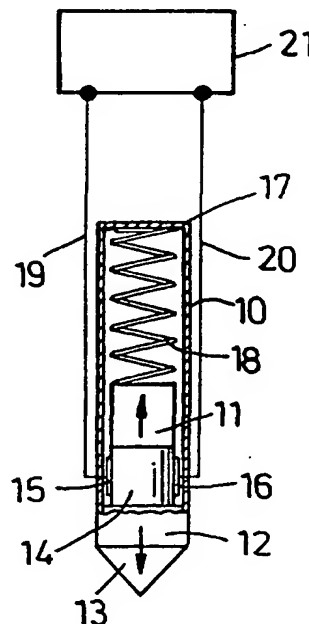
⑦② Erfinder:  
Eßer, Horst, 51427 Bergisch Gladbach, DE  
  
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE-OS 20 26 084  
US 19 66 446  
US-Z: IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 36,  
No. 03, März 1993, S. 175-178;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Impulsschlagwerk

⑤⑦ Das Impulsschlagwerk dient z. B. zum Treiben einer Sonde in ein Erdreich. Es enthält in einem Gehäuse (10) einen linear bewegbaren Flugkolben (11). Zwischen Flugkolben (11) und einem Amboß (12) ist ein Piezoelement (14) angeordnet. Bei Anlegen einer Spannung an das Piezoelement (14) dehnt sich dieses aus und übt einen Stoß auf den Amboß (12) aus sowie einen Gegenstoß auf den Flugkolben (11). Eine Federvorrichtung (18) fängt die Bewegung des Flugkolbens (11) ab und treibt den Flugkolben (11) wieder in Richtung auf den Amboß (12). Die beim Auftreffen des Flugkolbens (11) auf das Piezoelement (14) an diesem erzeugte Spannung wird von einer Steuereinheit (21) detektiert. Die Steuereinheit erzeugt daraufhin einen elektrischen Betätigungsimpuls zur erneuten Betätigung des Piezoelements (14).



DE 198 30 415 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Impulsschlagwerk, das beispielsweise dazu geeignet ist, eine Sonde in den Boden einzutreiben.

Für Erdbohrungen werden normalerweise hydraulische Schlaghämmer verwendet, die dazu geeignet sind, Bohrlöcher von großem Durchmesser zu erzeugen. Es gibt aber Anwendungen, bei denen eine relativ kleinformatige Sonde in ein Erdreich eingetrieben werden soll. Hierfür eignen sich hydraulische oder pneumatische Hämmer nicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Impulsschlagwerk zu schaffen, das mit kleinen Abmessungen und mit geringem mechanischem Aufwand hergestellt werden kann und eine präzise Ansteuerung ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Das erfindungsgemäße Impulsschlagwerk arbeitet mit einem Piezoelement. Das Piezoelement dehnt sich bei Anlegen einer Spannung in Bruchteilen einer Sekunde um ein gewisses Maß aus. Dieses plötzliche Ausdehnen wird einerseits dazu benutzt, einen Stoß auf einen Amboß auszuüben, und andererseits dazu, einen Flugkolben in rückwärtiger Richtung zu beschleunigen. Der Flugkolben erhält somit eine kinetische Energie, die in einer Federvorrichtung gespeichert und anschließend wieder auf den Flugkolben entladen wird. Der Flugkolben übt dann über das Piezoelement einen Schlag auf den Amboß aus. Dieser Schlag kann am Piezoelement elektrisch detektiert werden, um die nächste elektrische Aktivierung des Piezoelements auszulösen.

Das erfindungsgemäße Impulsschlagwerk kann mit hoher Schlagfrequenz betrieben werden, wobei die Schlagfrequenz im einzelnen von dem Feder-Masse-System der Federvorrichtung und des Flugkolbens abhängt. Ein besonderer Vorteil besteht darin, daß das Impulsschlagwerk ausschließlich mit elektrischer Energie betrieben wird, die über ein Kabel leicht zugeführt werden kann. Das Impulsschlagwerk kann daher in einen Bohrkörper integriert werden, welcher sich nach Art eines Maulwurfs im Erdreich fortbewegt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Steuergerät die durch die Schlageinwirkung am Piezoelement entstehende Spannung detektiert und daraufhin eine Steuerspannung an das Piezoelement anlegt. Dadurch wird erreicht, daß die Steuerspannung in Form eines Impulses jeweils im richtigen Zeitpunkt an das Piezoelement angelegt wird, nämlich dann, wenn der Flugkolben seinen Schlag gerade beendet und das Piezoelement komprimiert hat. Ausgehend von diesem Kompressionszustand wird an das Piezoelement eine Spannung angelegt, die das Ausdehnen des Piezoelements bewirkt. Auf diese Weise ist es möglich, das Piezoelement zeitgerecht jeweils im optimalen Zeitpunkt anzusteuern. Das Piezoelement, der Flugkolben und der Amboß bilden ein komplexes oszillierendes System.

In Vorwärtsrichtung werden die Schläge impulsartig ausgeführt, während die Rückwärtsbewegung des Flugkolbens durch die Federvorrichtung sanft abgefangen wird.

Das Impulsschlagwerk eignet sich besonders – jedoch nicht ausschließlich – zum Einbringen einer Sonde in ein Erdreich. Es kann mit geringem mechanischem Aufwand ausgebildet werden und hat bei geringem Gewicht eine relativ hohe Schlagleistung.

Um bei jedem Schlag oder Rückhub des Flugkolbens eine Drehung der Bohrspitze zu verursachen, ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß an dem Flugkolben und an einem den Flugkolben enthaltenden Gehäuse zusammengreifende Rotationsrampen vorge-

sehen sind, die bei der Bewegung des Flugkolbens eine Drehung des Gehäuses verursachen. Dadurch wird ein Festfressen der Bohrspitze verhindert.

Das Piezoelement kann entweder an dem Amboß oder an dem Flugkolben befestigt sein oder auch lose zwischen diesen beiden Teilen angeordnet sein.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Impulsschlagwerkes am Beginn des Rückhubs des Flugkolbens,

Fig. 2 das Impulsschlagwerk nach Fig. 1 am Beginn der Schlagbewegung des Flugkolbens und

Fig. 3 eine konstruktive Ausführungsform mit Drehung des Gehäuses und der Bohrspitze.

In dem Ausführungsbeispiel der Fign. 1 und 2 ist in einem langgestreckten rohrförmigen Gehäuse 10 ein Flugkolben 11 angeordnet, der sich in Längsrichtung des Gehäuses bewegen kann. An einem Ende des Gehäuses 10 befindet sich ein Amboß 12, der mit einer Bohrspitze 13 versehen ist. Diese Bohrspitze 13 kann auswechselbar bzw. variabel sein. An dem Amboß 12 ist das Piezoelement 14 befestigt. Dieses besteht aus einem piezoelektrischen Körper, der an zwei einander gegenüberliegenden Flächen Elektroden 15, 16 aufweist. Wenn an die Elektroden 15, 16 eine Spannung angelegt wird, dehnt sich das piezoelektrische Element quer zur Richtung des zwischen den Elektroden 15, 16 entstehenden elektrischen Feldes aus.

Am rückwärtigen Ende 17 des Gehäuses 10 ist eine Federvorrichtung 18 abgestützt, welche den Flugkolben 11 in Richtung auf das Piezoelement 14 drückt. Die Federvorrichtung 18 ist hier eine Schraubenfeder, jedoch könnte sie auch als Federkombination, Gasdruckfeder oder auf andere Weise ausgebildet sein. Wichtig ist, daß die Federvorrichtung 18 einen Energiespeicher bildet, der durch die Rückwärtsbewegung des Flugkolbens 11 aufgeladen wird und sich anschließend unter Beschleunigung des Flugkolbens in Richtung auf den Amboß 12 entlädt.

Die Elektroden 15, 16 des Piezoelements sind über elektrische Leitungen 19, 20 mit einem Steuergerät 21 verbunden. Die Leitungen 19, 20 sind vorzugsweise zu einem flexiblen Kabel zusammengefaßt, das aus dem Bohrloch herausgeführt, so daß die Steuereinheit 21 außerhalb des Bohrlochs angeordnet werden kann. Die Steuereinheit 21 enthält den Versorgungsteil und die elektronischen Komponenten zur Steuerung bzw. Aktivierung des Piezoelements 14. Sie enthält einerseits eine Detektoreinheit, die die an den Elektroden 15, 16 anstehende Spannung detektiert, und andererseits eine Impulserzeugungseinheit zum Anlegen eines kurzzeitigen Spannungsimpulses an die Elektroden 15, 16.

Das Piezoelement 14 ist mit dem Amboß 12 verbunden. Der Flugkolben 11 wird von der Federvorrichtung 18 gegen das Piezoelement 14 gedrückt. Wird in diesem Zustand gemäß Fig. 1 eine Spannung an die Elektroden 15, 16 gelegt, dehnt sich das Piezoelement 14 aus. Dadurch wird der Flugkolben 11 beschleunigt und nach dem Rückstoßprinzip wird die gleiche Kraft auch in die entgegengesetzte Richtung ausgeübt, also in Richtung auf den Amboß 12. Der Amboß 12 treibt also die Bohrspitze 13 vor.

In Fig. 2 ist der Zustand dargestellt, daß die Federvorrichtung 18 am Ende des Rückhubs komprimiert ist.

Die Federvorrichtung entspannt sich und treibt daher den Flugkolben 11 nach vorne. Beim Auftreffen des Flugkolbens auf das Piezoelement entsteht an den Elektroden 15, 16 eine Spannung, die von der Steuereinheit 21 detektiert wird. Eine vorgegebene kurze Zeit nach der Detektion dieser Spannung wird das Piezoelement 14 von der Steuereinheit 21 aktiviert, indem ein Spannungsimpuls erzeugt wird.

Hierdurch wiederholt sich der beschriebene Vorgang. Durch das Aktivieren des Piezoelements 14 in dem Augenblick, in dem der Flugkolben 11 das Piezoelement komprimiert hat, erhöht sich die Leistung des Schlagwerks. Die beim Auftreffen des Flugkolbens auf das Piezoelement entstehende elektrische Ladung (Spannung) dient als Auslöser für einen weiteren Spannungsimpuls der Steuereinheit. Dies hat zur Folge, daß das Impulsschlagwerk wenig Energie verbraucht.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 besteht das Gehäuse 10 aus einem Außenrohr. Die Bohrspitze 13 ist an das vordere Ende des Gehäuses 10 angeschraubt und sie enthält einen auswechselbaren Amboß 12. In dem Gehäuse 10 befindet sich ein Führungsrohr 25, das an einem mit dem Gehäuse 10 verbundenen Endstück 26 befestigt ist. Das Endstück 26 enthält eine Entlüftungsöffnung 27 sowie eine Öse 28 zur Befestigung des in den Boden einzubringenden Teiles. Die Entlüftungsöffnung 27 dient zur Be- und Entlüftung des Ringraumes 29, der zwischen dem Gehäuse 10 und dem Führungsrohr 25 gebildet ist.

Im Führungsrohr 25 ist der Flugkolben 11 mit engem Spiel längsverschiebbar geführt. Das Piezoelement 14 ist hier am vorderen Ende des Flugkolbens 11 befestigt und bewegt sich zusammen mit dem Flugkolben. Die Elektroden und elektrischen Leitungen sind nicht dargestellt. Das untere Ende des Führungsrohres 25 ist an dem Amboß 12 geführt. An diesem Ende befinden sich Öffnungen 36, die zur Entlüftung mit dem Ringraum 29 in Verbindung stehen.

Die Federvorrichtung 18 befindet sich im Innern des Führungsrohres 25. Von dem Endstück 26 steht ein erstes Steuerteil 30 in Richtung auf den Flugkolben 11 ab und von dem Flugkolben 11 steht ein zweites Steuerteil 32 in Gegenrichtung ab. Die beiden Steuerteile 30 und 32 haben jeweils eine schräge Steuerfläche 34 bzw. 35. Sie überlappen sich gegenseitig, wobei die Steuerflächen 34, 35 aneinander anliegen. Bei einer Linearbewegung des Flugkolbens 11 wird durch die Steuerteile 30, 32 auf das Gehäuse 10 ein Drehimpuls ausgeübt, wodurch das Gehäuse 10 zusammen mit der Bohrspitze 13 um die vertikale Längsachse herum gedreht wird. Dadurch wird verhindert, daß die Bohrspitze 13 stets mit der gleichen Orientierung gegen die Bohrlochsohle schlägt und sich festfrißt.

eine Verdrehung des Gehäuses verursachen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Impulsschlagwerk, mit einem Flugkolben (11), der längs einer Bewegungsbahn geführt ist, einem Amboß (12), auf den der Flugkolben (11) schlägt, einer Federvorrichtung (18), die beim Entfernen des Flugkolbens von dem Amboß gespannt wird, einem zwischen Amboß (12) und Flugkolben (11) angeordneten Piezoelement (14) und einer das Piezoelement (14) betätigenden Steuereinheit (21), die nach jedem Schlag das Piezoelement (14) zum Zurückstoßen des Flugkolbens (11) aktiviert.
2. Impulsschlagwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (21) die durch die Schlageinwirkung am Piezoelement (14) entstehende Spannung detektiert und daraufhin eine Betätigungsspannung an das Piezoelement (14) anlegt.
3. Impulsschlagwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsspannung eine vorgegebene Zeit nach dem Detektieren der Spannung angelegt wird.
4. Impulsschlagwerk nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Flugkolben (11) und an einem den Flugkolben enthaltenden Gehäuse (10) zusammenfassende Steuerflächen (34, 35) vorgesehen sind, die bei der Bewegung des Flugkolbens (11)

